

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-316752

(43)Date of publication of application : 16.11.2001

(51)Int.Cl.

C22C 23/02

(21)Application number : 2001-049345 (71)Applicant : MITSUBISHI ALUM CO LTD

(22)Date of filing : 23.02.2001 (72)Inventor : OHORI KOICHI  
NAKAURA SUKENORI  
SAKAGAMI TAKESHI

(30)Priority

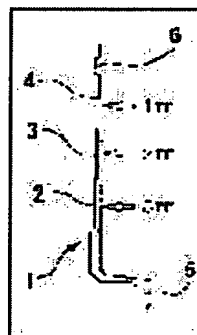
Priority number : 2000047661 Priority date : 24.02.2000 Priority country : JP

## (54) MAGNESIUM ALLOY FOR DIECASTING

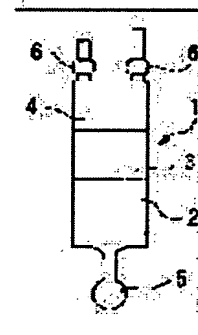
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnesium alloy for diecasting excellent in heat resistance and castability.

SOLUTION: This magnesium alloy for diecasting excellent in heat resistance and castability has a composition containing, by weight, 2 to 6% Al, 0.3 to 2% Ca and 0.01 to 1% Sr, and the balance Mg with inevitable impurities. Moreover, as to this invention, even in a compositional system in which rare earth elements are added to the above compositional system, more excellent effect can be obtained.



(a)



(b)

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other

than the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3737371

[Date of registration] 04.11.2005

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] the Magnesium alloy excellent in thermal resistance and fluidity for die casting -- it is -- aluminum -- 2 - 6wt% and calcium -- 0.3 - 2wt% and Sr -- 0.01 - 1wt% -- the Magnesium alloy for die casting characterized by containing and the remainder consisting of Mg and an unescapable impurity.

[Claim 2] the Magnesium alloy excellent in thermal resistance and fluidity for die casting -- it is -- aluminum -- 2 - 6wt% and calcium -- 0.3 - 2wt% and Sr -- 0.01 - 1wt% and Mn -- 0.1 - 1wt% -- the Magnesium alloy for die casting characterized by containing and the remainder consisting of Mg and an unescapable impurity.

[Claim 3] furthermore, Si -- 0.1 - 1wt% -- the Magnesium alloy for die casting according to claim 1 or 2 characterized by coming to contain.

[Claim 4] furthermore, Zn -- 0.2 - 1wt% -- the Magnesium alloy for die casting according to claim 1 to 3 characterized by coming to contain.

[Claim 5] furthermore, rare earth elements -- 0.1 - 3wt% -- the Magnesium alloy for die casting according to claim 1 to 4 characterized by coming to contain.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the Magnesium alloy for die casting excellent in thermal resistance and fluidity.

[0002]

[Description of the Prior Art] If it is in transport-airplane machines including an automobile etc., a Magnesium alloy has been begun to attract attention for lightweight-izing. The Mg-aluminum-Zn system alloys (ASTM specification AZ91D etc.) which contain Mg-aluminum system alloy [containing Al / 2 - 6wt%] (ASTM specification AM60B, AM50A, AM20A, etc.) or 8 - 10wt% Zn [Al and 1-3wt%] as such a Magnesium alloy, especially a Magnesium alloy for casting are known. Namely, these Magnesium alloys have good fluidity and die-casting molding is possible for them.

[0003] However, when such a Magnesium alloy is used for the components of the circumference of an engine, this Magnesium alloy had the low creep strength in the elevated temperature called 125-175 degrees C, for example, 150 degrees C, it passed while in use, and Tari tended to get up, and there was a possibility of producing problems, like there being possibility that the bolt which is binding components tight will loosen. For example, although AZ91D typical as an alloy for die casting has fluidity, reinforcement, and good corrosion resistance, creep strength is inferior in it. Moreover, although AE42 is known as an alloy for heat-resistant die casting which added rare earth elements, it cannot say that this alloy has good fluidity, and creep strength cannot be said to be sufficient thing, either. Then, the alloy which added calcium in the Mg-aluminum system is proposed recently (JP,7-11374,A, JP,9-291332,A). However, although creep strength of the Mg-Al-calcium system alloy of these proposals is improving, compared with ADC12 aluminum alloy, it cannot say that it is enough, but die-casting nature gets worse by calcium addition further, and it has problems, like a misrun and a casting crack arise. Moreover, although these alloys contain rare earth elements as an indispensable component, when many rare earth elements are added, cost also has so much the problem attached highly.

[0004] On the other hand, unlike the above die-casting techniques, a CHIKUSO molding technique is beginning to be applied to casting of a Magnesium alloy recently. Since this technique is the approach of performing injection molding in the state of half-melting, it is made effective for control of generating of the casting crack of a Mg-aluminum-calcium system alloy. However, the actual condition is that there is nothing and application to autoparts is not made, either, and casting of Mg alloy still has a die-casting technique in use [this technique] what was completed.

[0005] On the other hand, as indicated by JP,4-231435,A (US patent No.5147603) It has the fracture point load of 290MPa(s), and at least 5% of fracture point elongation at least. aluminum -- 2 - 11wt% and Mn -- 0 - 1%wt%, and Sr -- 0.1 - 6wt% -- respectively -- containing -- the presentation of Remainder Mg -- having -- as the main impurities -- Si<0.6wt% and Cu -- < -- patent application of the Magnesium alloy made into nickel<0.01wt% is carried out Fe<0.1wt% 0.2%. Although mechanical strength is high and excellent also in corrosion resistance, the Magnesium alloy concerning this patent application is an alloy manufactured by the rapid solidification method, and are band-like and a thing manufactured as the shape of powdered or a chip from an alloy molten metal by the roller quenching method or atomization. Moreover, a billet is consolidation-formed based on what was made into the shape of a chip, and band-like [these] and the technique in which

it obtains the product of the target configuration by powdered or carrying out extrusion molding or hydrostatic extrusion further are indicated by said patent.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the alloy concerning the above-mentioned patent application is an alloy manufactured with a quenching method and it has the very high fracture point load of 290 or more MPas this alloy -- a quenching method -- band-like -- powdered Or in order to be the alloy obtained only as a chip-like solid-state and to process the configuration of a required product The consolidation of the heating consolidation shaping approaches, such as extrusion molding or hydrostatic extrusion, needed to be given and carried out to the alloy-powder end of the shape of powdered or a chip, or alloy grain, and band-like [ which was obtained with the quenching method ] and the configuration which can be acquired eventually had a limit.

[0007] The 1st technical problem which the invention in this application tends to solve is offering the Magnesium alloy for die casting which was excellent in thermal resistance and fluidity, and was excellent in the creep property. Moreover, other technical problems which the invention in this application tends to solve were excellent in the above-mentioned property upwards, can be formed in a free configuration by casting, and set to one of the objects to offer the Magnesium alloy which can be offered cheaply. Moreover, other technical problems which the invention in this application tends to solve are offering the Magnesium alloy which is suitable in order to manufacture the components of complicated configurations, such as a circumference of an engine, or thin meat with a die force strike technique, was excellent in thermal resistance and fluidity, and was excellent also in the creep property.

[0008]

[Means for Solving the Problem] By the way, while this invention person pushed wholeheartedly and went about the examination about the alloying element exerted on the fluidity and creep strength in the Mg-Al-calcium system alloy which added calcium, this invention person came to find out that a header and creep strength can also raise further that the die-casting nature which got worse by calcium addition can be made to improve substantially by adding Sr.

[0009] This invention is attained based on such knowledge. The aforementioned technical problem It is the Magnesium alloy excellent in thermal resistance and fluidity for die casting, and is aluminum 2 - 6wt% (since an upper limit and a minimum shall be included unless - which shows the numerical limited range is indicated specially hereafter, the range more than 2wt% and not more than 6wt% shall be expressed 2 - 6wt%) Offer of the Magnesium alloy for die casting characterized by consisting calcium and the remainder consisting Sr of Mg and an unescapable impurity 0.01 - 1wt% 0.3 - 2wt% is solved. moreover, the aforementioned technical problem -- a previous presentation -- adding -- Mn -- 0.1 - 1wt% -- it is solved also with the Magnesium alloy of contained this invention.

[0010] Here, having limited Al with 2 - 6wt% is based on the following reasons. If aluminum is a content not more than 6wt%, most will dissolve on the background of Mg. And solid solution hardening raises the reinforcement of an alloy. Moreover, the creep property of an alloy is raised by combining with calcium and forming the network of an aluminum-calcium system crystallization object on the grain boundary. Moreover, aluminum also raises the fluidity of an alloy. However, if Al content exceeds 6wt(s)%, the Kleave property will fall rapidly. On the contrary, the above-mentioned effectiveness (the improvement effectiveness of the alloy reinforcement by solid solution hardening, the improvement effectiveness of fluidity) is scarce in Al content being less than [ 2wt% ]. Reinforcement is low in Al content being less than [ 2wt% ], and it is especially easy to become an alloy inferior to practicability. Al content was made into 2 - 6wt% from the above backgrounds. In aluminum content, the range of 4.0wt% \*\* - 6wt% is desirable also in this range.

[0011] Moreover, having limited calcium content with 0.3 - 2wt% is based on the following reasons. Drawing 1 is a graph which shows the effect of calcium content exerted on the minimum creep rate of Mg alloy in case Al content is 5wt(s)%. Drawing 2 is a graph which shows the effect of calcium content exerted on the casting crack nature of Mg alloy in case Al content is 5wt(s)%.

[0012] And drawing 1 shows that a minimum creep rate decreases with the increment in calcium content. In addition, the improvement effect has few calcium contents less than [ 0.3wt% ]. However, if calcium content exceeds 2wt(s)%, it will be easy to produce a casting crack and the improvement effect will become, as it is saturated and is shown in drawing 2 . calcium content was

made into the range of 0.3 - 2wt% from the above backgrounds. The range of calcium content 0.5 - 1.5wt% is desirable also in this range.

[0013] Moreover, having limited Sr content to the range of 0.01 - 1wt% is based on the following reasons. Drawing 3 is a graph with which Al content shows the effect of Sr content exerted on the minimum creep rate of Mg alloy in case 5wt(s)% and calcium content is 1.5wt(s)%. Drawing 4 is a graph with which aluminum content shows the effect of a \*\*\*\*\* Sr content to the casting crack nature of Mg alloy in case 5wt(s)% and calcium content is 1.5wt(s)%.

[0014] With the increment in Sr content, it tends to decrease and, as for a minimum creep rate, this drawing 3 and drawing 4 show that a casting crack also stops being able to occur easily. If this effectiveness has small Sr content less than [ 0.01wt% ] and 1wt% is exceeded conversely, it will reach a saturation state. Moreover, if it sees from the lowering situation of the creep rate shown in drawing 3 , a low condition will be maintained in 0.1 - 0.5wt%, and some lifting will be seen in the range of a content higher than it. Although casting crack die length will fall rapidly and lowering rapid to the content which is about 0.05wt% will continue if drawing 4 is seen, and Sr is added also in a minute amount in not more than 0.1wt% It comes to cut certainly average casting crack die length of 10mm with it being a content exceeding 0.05wt(s)%, if 0.1wt% is exceeded, although the lowering rate of casting crack die length falls a little, it will decrease with a value low enough, and it is falling to extent which hardly becomes a problem in the content exceeding 0.2wt%.

[0015] From the above backgrounds, Sr content was made into the range of 0.01 - 1wt% in this invention. Within the limits of this also has the desirable range of 0.05 - 0.5wt% from an above-mentioned situation, and that of the range of 0.15wt% \*\* - 0.4wt% is more desirable.

[0016] Moreover, when Mn is added into the alloy of this system, corrosion resistance improves, and creep strength also improves, and proof stress, especially elevated-temperature proof stress improve further. This effectiveness has small Mn content less than [ 0.1wt% ]. However, if Mn content exceeds 1wt%, a lot of Mn single phase will come to crystallize. For this reason, it becomes weak and reinforcement falls. Since it was above, Mn content was made into 0.1 - 1wt%. Moreover, the range of 0.2 - 0.7wt% is more desirable as a Mn content.

[0017] The essential elements in Mg alloy of this invention are Al, calcium, and Sr besides Mg. Furthermore, a desirable element is Mn when adding. Fundamentally, other elements are extent contained as an unescapable impurity. However, about Si, Zn, or rare earth elements, if contained at a following rate, the features which are described below will be further done so.

[0018] namely, -- the Magnesium alloy for die casting of this invention -- everything but the above-mentioned component -- Si -- 0.1 - 1wt% (preferably 0.2 - 0.6wt%) -- it may contain moreover, everything but the above-mentioned component -- Zn -- 0.2 - 1wt% (preferably 0.4 - 0.8wt%) -- it may contain moreover, everything but the above-mentioned component -- rare earth elements -- 0.1 - 3wt% (preferably 0.5 - 2.0wt%, more preferably 0.8 - 1.5wt%) -- it may contain

[0019] That is, fluidity of the Magnesium alloy of this invention which Si contained further at an above rate for die casting improves further, and the features that a casting crack stops being able to occur easily are done so. Moreover, the features that reinforcement of the Magnesium alloy of this invention which Zn contained further at an above rate for die casting improves by solid solution hardening are done so. Moreover, the features that creep strength of the Magnesium alloy of this invention which rare earth elements contained further at an above rate for die casting improves further are done so. if it is in the alloy which contains rare earth elements concretely -- Al -- 2-6wt.% and calcium -- 0.3 - 2wt% and Sr -- 0.01 - 1wt% and rare earth elements (one sort among La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, and Lu, or two sorts or more) -- 0.1 - 3wt% -- it contains and the remainder consists of Mg and an unescapable impurity. If a rare-earth-elements content exceeds 3wt(s)%, while a casting crack will increase, printing to metal mold becomes severe and fluidity gets worse. Moreover, the aluminum-RE system compound under organization makes it big and rough, and a mechanical property deteriorates. Furthermore, since it is an expensive element, rare earth elements are more desirable [ the range low as an addition ], if it sees in respect of cost.

[0020] The Magnesium alloy for die casting of this inventions, such as the above-mentioned Mg-Al-calcium-Sr alloy or a Mg-Al-calcium-Mn-Sr alloy, can be manufactured with the dissolution technique of common Mg alloy. For example, it is obtained by dissolving a raw material using the gas for antioxidizing, such as mixed gas of SF<sub>6</sub>/CO<sub>2</sub>/Air, using iron crucible.

[0021]

[Embodiment of the Invention] the Magnesium alloy for die casting excellent in the thermal resistance and fluidity concerning this invention -- Al -- 2-6wt.% and calcium -- 0.3 - 2wt% and Sr -- 0.01 - 1wt% -- it contains and the remainder consists of Mg and an unescapable impurity.

especially the Magnesium alloy for die casting -- aluminum -- 2 - 6wt% and calcium -- 0.3 - 2wt% and Sr -- 0.01 - 1wt% -- it contains and the remainder consists of Mg and an unescapable impurity. further -- this invention -- a previous presentation -- adding -- Mn -- 0.1 - 1wt% -- it may contain.

[0022] Especially aluminum content has the desirable range of 4.0wt% \*\* - 6wt%. Especially calcium content has the desirable range of 0.5 - 1.5wt%. Especially Sr content has the desirable range of 0.15wt% \*\* - 0.4wt%. Especially Mn content has the desirable range of 0.2 - 0.7wt%. And the essential elements of this invention alloy are Mg, aluminum, calcium, and Sr. Moreover, in addition to Mg, aluminum, previous calcium, and previous Sr, it is Mn further.

[0023] moreover, a case -- the above-mentioned presentation range -- Si -- 0.1 - 1wt% (preferably 0.2 - 0.6wt%) -- it contains further. moreover, the above-mentioned presentation range -- Zn -- 0.2 - 1wt% (preferably 0.4 - 0.8wt%) -- it contains further. moreover, the above-mentioned presentation range -- a kind or two sorts or more of rare earth elements -- a total amount -- 0.1 - 3wt% (preferably 0.5 - 2.0wt%, more preferably 0.8 - 1.5wt%) -- it contains further. especially the Magnesium alloy for die casting -- aluminum -- 2 - 6wt% and calcium -- 0.3 - 2wt% and Sr -- 0.01 - 1wt% -- it contains and the remainder consists of Mg and an unescapable impurity. furthermore, said presentation -- adding -- Mn -- 0.1 - 1wt% -- you may contain. If it is in the alloy containing rare earth elements, concretely Al Moreover, 2 - 6wt%, calcium -- 0.3 - 2wt% and Sr -- 0.01 - 1wt% and rare earth elements (one sort among La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, and Lu, or two sorts or more) -- 0.1 - 3wt% -- it contains and the remainder consists of Mg and an unescapable impurity. In addition, since it can obtain industrial comparatively cheaply and easily in the state of the misch metal containing two or more rare earth elements although it is an expensive ingredient if these rare earth elements are seen as addition of simple substance powder, it is desirable to mix simple substance metallic element powder, not to alloy it practically, but to carry out compound addition and to alloy rare earth elements in the state of a misch metal.

[0024] The Magnesium alloy for die casting of this inventions, such as a Mg-Al-calcium-Sr alloy of the above-mentioned explanation or a Mg-Al-calcium-Mn-Sr alloy, is manufactured by the dissolution technique of common Mg alloy. For example, it is obtained by dissolving using the gas for antioxidizing, such as mixed gas of SF<sub>6</sub>/CO<sub>2</sub>/Air, using iron crucible. Next, as a concrete application of the Magnesium alloy for die casting of the above-mentioned presentation, it is applicable to the case member of the circumference of engines, such as a gearbox casing, a transfer case, a gear-case steering case, joint covering, and an oil pump cover, etc. as components of the circumference of an automobile-related engine as the structural member or cases of the circumference of engines, such as a cylinder block, the cylinder head, a cylinder head cover, an oil pan mechanism, an oil pump body, an oil pump cover, and an intake manifold.

[0025]

[Example] This invention is not limited by the following examples although a concrete example is given and explained below. Iron crucible is used for Mg alloy of the presentation shown in the following tables 1 and 2, and it is SF<sub>6</sub>/CO<sub>2</sub>. It dissolved with the electric furnace under the mixed-gas ambient atmosphere of /Air, and considered as the molten metal, and the cast 1 of the configuration shown in drawing 5 (a) and (b) using a cold chamber die-casting machine was cast. The whole of the cast 1 shown in drawing 5 (a) and (b) is a plate with a width of face [ of 70mm ], and a height of 150mm. One third of parts are parts for part III 4 with a thickness of 1mm. one third of the parts of this plate -- a part for part I 2 with a thickness of 3mm, and the part of 1/3 -- a part for part II 3 with a thickness of 2mm, and the remainder -- A part for part I 2 with a thickness of 3mm is arranged to the biscuit section 5 side of the side which pours a metal into a mold, continuation formation of the part for a part for part II 3 with a thickness of 2mm and part III 4 with a thickness of 1mm is carried out after it, and the overflow part 6 is formed so that it may cast to the head side for part III 4 and a metal may overflow. In addition, rare earth elements were added to the molten metal with the gestalt of a misch metal (52.8%Ce, 27.4%La, 15%Nd, 4.7%Pr, 0.1%Sm). On the occasion of this casting, the existence of seizure generating to a casting crack (hot crack) and metal mold

estimated die-casting nature. [0026]

[A table 1]

	合金組成 (wt%)							
	Al	Ca	Sr	Mn	Si	Zn	希土類	Mg
実施例 1	3.0	1.0	0.1	0.3	—	—	—	残り
実施例 2	4.0	1.0	0.1	0.3	—	—	—	残り
実施例 3	5.0	1.0	0.1	0.5	—	—	—	残り
実施例 4	5.0	0.5	0.2	0.3	—	—	—	残り
実施例 5	5.0	1.5	0.3	0.3	—	—	—	残り
実施例 6	5.0	1.0	0.1	0.2	—	—	—	残り
実施例 7	5.0	1.5	0.2	0.1	—	—	—	残り
実施例 8	5.5	1.0	0.1	0.4	—	—	—	残り
実施例 9	5.0	1.0	0.1	0.3	0.6	—	—	残り
実施例 10	5.0	1.0	0.1	0.3	—	0.6	—	残り
実施例 11	3.0	0.3	0.1	0.3	—	—	—	残り
実施例 12	3.0	2.0	0.1	0.3	—	—	—	残り
実施例 13	5.0	0.3	0.1	0.3	0.6	—	—	残り
実施例 14	5.0	0.3	0.1	0.3	—	0.6	—	残り
実施例 15	5.0	2.0	0.1	0.3	0.6	—	—	残り
実施例 16	5.0	2.0	0.1	0.3	—	0.6	—	残り
実施例 17	5.0	1.0	0.1	0.3	0.2	0.4	0.2	残り
実施例 18	5.0	1.5	0.2	0.3	—	—	1.0	残り
実施例 19	5.0	1.5	0.2	0.3	—	—	2.5	残り
実施例 20	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	—	0.1	残り
実施例 21	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	—	2.8	残り
実施例 22	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	0.4	0.1	残り
実施例 23	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	0.4	2.9	残り
実施例 24	5.0	0.8	0.6	0.3	—	—	—	残り
実施例 25	5.0	0.8	0.8	0.3	—	—	—	残り
実施例 26	5.9	0.5	0.1	0.3	—	—	1.0	残り
実施例 27	5.0	2.0	0.1	0.9	—	—	1.5	残り
実施例 28	5.0	1.5	0.8	0.3	—	—	1.0	残り
実施例 29	5.0	1.5	1.0	0.3	—	—	—	残り
実施例 30	5.0	1.5	0.2	0.2	—	—	1.4	残り
実施例 31	5.0	1.4	0.1	0.2	—	—	1.9	残り
実施例 32	5.0	1.5	0.4	0.4	—	—	—	残り
実施例 33	4.2	1.0	0.4	0.2	—	—	1.0	残り

[0027]

[A table 2]



	合金組成 (wt %)							
	A l	C a	S r	M n	S i	Z n	希土類	M g
実施例34	5.0	1.0	0.2	—	—	—	—	残り
実施例35	5.0	1.0	0.1	—	0.2	—	—	残り
実施例36	5.0	1.0	0.1	—	—	0.2	—	残り
実施例37	5.0	1.0	0.1	—	—	—	0.6	残り
実施例38	5.0	1.5	0.2	—	—	—	0.1	残り
実施例39	5.0	1.5	0.2	—	—	—	2.9	残り
比較例1	*1.0	1.5	0.1	0.3	—	—	—	残り
比較例2	*7.0	1.5	0.1	0.3	—	—	—	残り
比較例3	5.0	*0.1	0.1	0.3	—	—	—	残り
比較例4	5.0	*2.5	0.1	0.3	—	—	—	残り
比較例5	5.0	1.0	*—	0.3	—	—	—	残り
比較例6	5.0	1.5	0.1	*1.5	—	—	—	残り
試験例1	5.0	1.5	0.2	—	—	—	0.04	残り
比較例7	5.0	1.5	0.2	—	—	—	*3.7	残り
試験例2	5.0	1.5	0.2	0.3	—	—	0.03	残り
比較例8	5.0	1.5	0.2	0.3	—	—	*3.5	残り
試験例3	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	—	0.04	残り
比較例9	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	—	*3.7	残り
試験例4	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	0.4	0.03	残り
比較例10	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	0.4	*3.6	残り
比較例11	*6.5	0.5	0.1	0.8	—	—	—	残り
試験例5	5.0	1.5	1.2	0.3	—	—	—	残り
比較例12	5.0	1.5	*0.004	0.3	—	—	—	残り
比較例13	5.0	*0.1	0.1	0.3	0.6	—	—	残り
試験例6	5.0	1.0	1.2	0.3	0.6	—	—	残り
比較例14	5.0	1.0	*0.004	0.3	—	0.6	—	残り

[0028] In addition, [ near the part which changes to 2mm ], the thickness of a casting 1 shown in drawing 5 (a) and (b) originates in the stress concentration under solidification shrinkage, and produces a casting crack from 1mm. And to the test piece of each alloy, 100 shots were cast, and 30 shots of the beginning considered as the scrap, about the 70 remaining shots, they found the average casting crack die length per one, and estimated that a casting crack was also at this casting crack die length. Moreover, viewing estimated the seizure to metal mold. Furthermore, the tabular test piece was cut down from the part whose thickness of a casting is 3mm, and the tension test and the creep test were performed. [0029] The tension test was performed under speed-of-testing the conditions for /of 5mm at the room temperature using 10t autograph testing machine. In the temperature of 150 degrees C, the creep test was performed by load 50MPa and test time 100hr, from the creep curve, asked for the minimum creep rate and evaluated it by this minimum creep rate. That is, it excels in the creep property, so that this minimum creep rate is small. Furthermore, the corrosion weight loss at the time of spraying salt water to a test piece for 240 hours is shown as a corrosion resistance index. These results are collectively shown in the following table 3 and a table 4. [0030] [A table 3]

	引張 強さ	耐力	伸び	最小クリ ープ速度	鋳造割れ 長さ	焼き 付き	耐食性 腐食減量
実 1	92	85	7.8	5.6	42	無し	76
実 2	116	102	8.2	64	32	無し	52
実 3	163	138	2.2	21	6	無し	36
実 4	193	134	6.3	59	0.1	無し	82
実 5	196	150	4.3	1.1	2.2	無し	8
実 6	183	147	3.6	6.1	0	無し	38
実 7	162	147	2.0	0.9	0.8	無し	12
実 8	205	152	5.2	60	0.5	無し	21
実 9	172	141	3.7	6.3	0	無し	24
実 10	202	159	3.1	7.1	0	無し	19
実 11	124	90	8.0	73	30	無し	94
実 12	89	81	7.0	81	61	無し	39
実 13	195	130	6.7	69	8	無し	97
実 14	204	131	5.9	82	19	無し	91
実 15	160	139	1.6	4.0	3	無し	21
実 16	163	149	1.8	3.0	1	無し	24
実 17	190	150	3.2	5.9	0	無し	30
実 18	185	160	2.0	0.8	4	無し	19
実 19	181	155	1.1	0.7	10	無し	14
実 20	174	143	3.2	5.2	0	無し	16
実 21	181	152	0.9	1.6	16	無し	13
実 22	176	142	3.0	6.8	6	無し	14
実 23	179	150	1.6	3.4	17	無し	21
実 24	215	165	5.4	3.6	0	無し	35
実 25	225	166	5.8	3.2	0	無し	38
実 26	202	142	4.8	74	0.5	無し	47
実 27	189	152	1.4	0.9	11	無し	18
実 28	206	162	2.0	0.6	5.6	無し	17
実 29	196	137	6.2	2.1	0	無し	18
実 30	190	161	1.2	0.6	7	無し	12
実 31	188	159	0.9	0.7	12	無し	18
実 32	168	150	2.8	0.9	0.5	無し	10
実 33	143	131	7.2	5.6	5	無し	34

[0031]

[A table 4]

	引張 強さ	耐力	伸び	最小ク リ ープ速度	鋳造割れ 長さ	焼き 付き	耐食性 腐食減量
実34	207	163	5.2	5.4	0.2	無し	98
実35	178	144	3.9	5.8	0	無し	93
実36	194	156	3.4	6.4	0.1	無し	85
実37	167	142	2.9	4.5	19	無し	82
実38	164	145	2.1	0.9	1.5	無し	71
実39	178	153	1.0	0.7	14	無し	56
比1	82	69	8.2	450	67	有り	810
比2	210	125	6.2	630	0	無し	15
比3	198	122	8.0	165	0	無し	550
比4	142	132	1.1	6.2	630	有り	210
比5	154	139	1.4	46	72	無し	40
比6	109	93	0.4	72	1.2	無し	14
試1	233	135	8.0	75	7.1	無し	140
比7	172	151	0.7	0.9	32	有り	120
試2	160	143	2.8	1.1	2	無し	16
比8	170	151	0.5	0.9	48	有り	27
試3	171	141	2.9	5.6	1	無し	21
比9	180	154	0.6	2.1	21	有り	29
試4	172	148	3.8	7.2	9	無し	24
比10	181	152	2.4	3.9	24	有り	31
比11	212	128	7.2	521	0	無し	52
試5	194	138	6.2	5.2	0	無し	99
比12	139	132	0.9	40	110	無し	32
比13	204	131	6.9	105	0	無し	560
試6	206	161	6.1	3.8	0	無し	120
比14	160	140	1.6	58	92	無し	54

[0032] \* In the aforementioned table 3, the real 1- fruit 39 supports the test result of the sample obtained from the alloy of the example 1 of a table 1 - an example 39.

\* In a table 4, a ratio 1 - a ratio 14 correspond to the test result of the sample obtained from the alloy of the example 1 of a comparison of a table 2 - the example 14 of a comparison.

\* In a table 4, trials 1-6 correspond to the test result of the sample obtained from the alloy of the example 1 of a trial of a table 2 - the example 6 of a trial.

\* In a table 3 and a table 4, as for the unit of % and a minimum creep rate, the unit of mm and corrosion weight loss shows [ the unit of tensile strength and proof stress ] mg/cm<sup>2</sup> / 240 hours for the unit of MPa and elongation 10-9/s, as for the unit of casting crack die length.

[0033] from the result shown in a table 1 - a table 4, it has the tensile strength and proof stress which are the alloy of this invention presentation range and which were excellent when becoming, a minimum creep rate is small, casting crack die length is also short, and it excels also in corrosion resistance -- \*\*\*\* (there is little corrosion weight loss) -- it turns out that the alloy for die casting which does not produce the seizure at the time of casting, either is obtained.

[0034] the sample of the example 1 of a comparison -- aluminum -- 1.0wt(s)% fewer than 2wt(s)% of the minimum of this invention range -- although it was the contained sample, the minimum creep rate was large, casting crack die length was also large, printing was also generated, tensile strength also fell, and corrosion weight loss also showed the big value. the sample of the example 2 of a comparison -- aluminum -- more 7.0wt(s)% than 6wt(s)% of the upper limit of this invention range -- although it was the added sample, the minimum creep rate became large.

[0035] the sample of the example 3 of a comparison -- calcium -- 0.1wt(s)% fewer than 0.3wt(s)% of the minimum of this invention range -- although it is the contained sample -- a minimum creep rate -- large -- becoming -- the sample of the example 4 of a comparison -- calcium -- more 2.5wt(s)% than 2wt(s)% of the upper limit of this invention range -- although it was the contained sample, casting crack die length became remarkably large, and printing was also generated. Although the sample of the example 5 of a comparison was a sample which is not making Sr contain, a minimum creep rate and casting crack die length became large, although it was the sample to which the sample of the example 6 of a comparison made Mn many 1.5wt(s)% from 1.0wt(s)% of this invention range, proof stress declined and the minimum creep rate became large.

[0036] Although the examples 7, 8, 9, and 10 of a comparison are examples which were made to

contain rare earth elements exceeding 3wt(s)%, and added Mn, Si, or Zn, or omitted and carried out ones of these addition and being excelled in the field of a creep property, casting crack die length became a little large, and printing generated all.

[0037] Although the example 12 of a comparison was the sample which made Sr fewer than the minimum of this invention range contain, the minimum creep rate was a little large, and casting crack die length became large. The example 13 of a comparison shows the measurement result of the sample of under the lower limit of calcium in the condition of having made Si containing, and the example 14 of a comparison shows the measurement result of the sample of under the lower limit of Sr in the condition of having made Zn containing. The sample of the example 13 of a comparison had the large minimum creep rate, the sample of the example 14 of a comparison had a little large minimum creep rate, and casting crack die length became large. It became clear that it is inferior to the alloy of an example presentation from the above explanation in tensile strength, proof stress, elongation, a minimum creep rate, casting crack die length, printing, and one of corrosion resistance fields with the example alloy of a comparison which separated from the invention-in-this-application presentation.

[0038]

[Effect of the Invention] The Magnesium alloy for die casting of the invention in this application is excellent in the fluidity which is excellent in mechanical properties, such as tensile strength, proof stress, and elongation, and does not produce printing at the time of casting, and has the description very desirable as a Magnesium alloy for die casting of having excelled in a creep property and corrosion resistance further. Therefore, with the Magnesium alloy of the invention in this application, even if it manufactures the casting components of thin meat, the outstanding cast made from a Magnesium alloy without cracks and defects, such as a crack, can be obtained. And the Magnesium alloy for die casting of the invention in this application is very desirable as an alloy for manufacturing the components of for example, the circumference of an engine by die-casting molding, and what was excellent as a die-casting product can be offered.

---

[Translation done.]

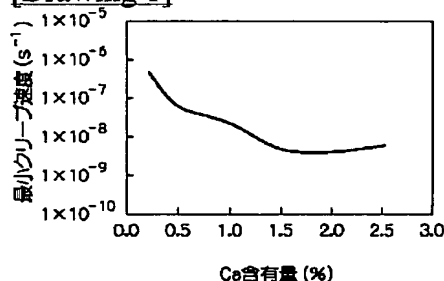
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

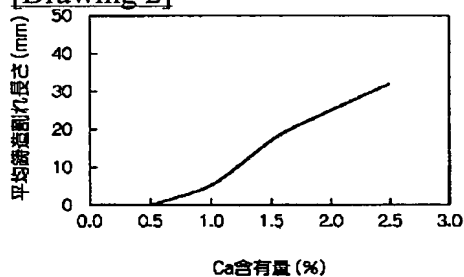
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

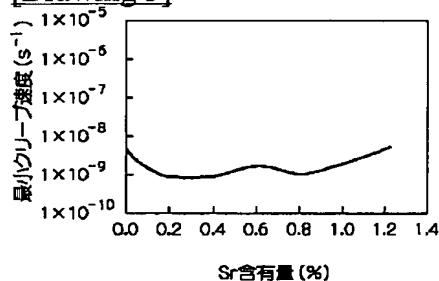
[Drawing 1]



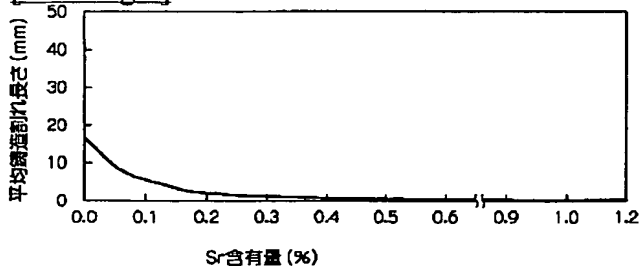
[Drawing 2]



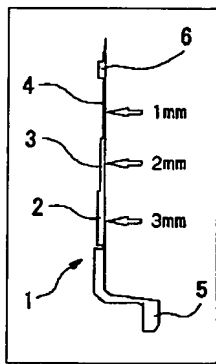
[Drawing 3]



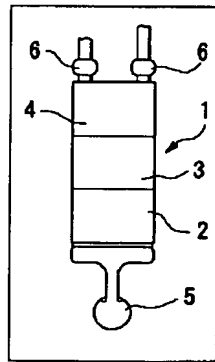
[Drawing 4]



[Drawing 5]



(a)



(b)

---

[Translation done.]

# MAGNESIUM ALLOY FOR DIECASTING

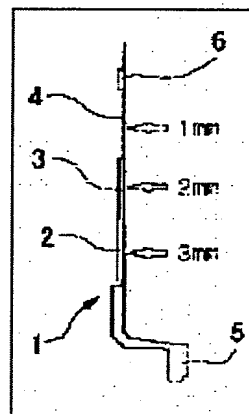
Patent number: JP2001316752  
Publication date: 2001-11-16  
Inventor: OHORI KOICHI; NAKAURA SUKENORI; SAKAGAMI TAKESHI  
Applicant: MITSUBISHI ALUMINIUM  
Classification:  
- international: C22C23/02; C22C23/00; (IPC1-7): C22C23/02  
- european:  
Application number: JP20010049345 20010223  
Priority number(s): JP20010049345 20010223; JP20000047661 20000224

[View INPADOC patent family](#)

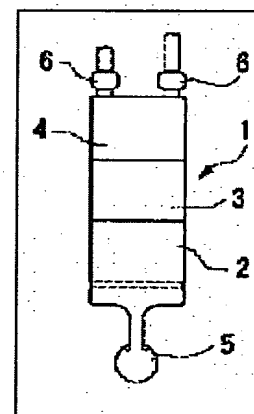
[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2001316752

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnesium alloy for diecasting excellent in heat resistance and castability. **SOLUTION:** This magnesium alloy for diecasting excellent in heat resistance and castability has a composition containing, by weight, 2 to 6% Al, 0.3 to 2% Ca and 0.01 to 1% Sr, and the balance Mg with inevitable impurities. Moreover, as to this invention, even in a compositional system in which rare earth elements are added to the above compositional system, more excellent effect can be obtained.



(a)



(b)

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-316752  
(P2001-316752A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001. 11. 16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 2 2 C 23/02

識別記号

F I

C 2 2 C 23/02

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-49345(P2001-49345)

(22) 出願日 平成13年2月23日 (2001. 2. 23)

(31) 優先権主張番号 特願2000-47661(P2000-47661)

(32) 優先日 平成12年2月24日 (2000. 2. 24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000176707

三菱アルミニウム株式会社

東京都港区芝2丁目3番3号

(72) 発明者 大堀 紘一

静岡県裾野市平松85番地 三菱アルミニウム株式会社技術開発センター内

(72) 発明者 中浦 祐典

静岡県裾野市平松85番地 三菱アルミニウム株式会社技術開発センター内

(72) 発明者 坂上 武

静岡県裾野市平松85番地 三菱アルミニウム株式会社技術開発センター内

(74) 代理人 100064908

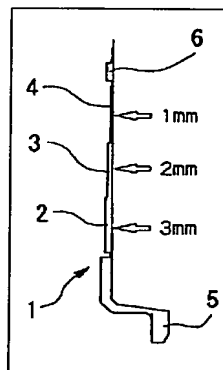
弁理士 志賀 正武 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ダイカスト用マグネシウム合金

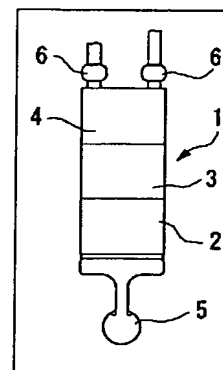
(57) 【要約】

【課題】 本発明の課題は、耐熱性および鋳造性に優れたダイカスト用のマグネシウム合金を提供することである。

【解決手段】 本発明の合金は、耐熱性および鋳造性に優れたダイカスト用のマグネシウム合金であって、Alを2～6wt%、Caを0.3～2wt%、Srを0.01～1wt%含有し、残部がMg及び不可避不純物からなる。更に本発明において前述の組成系に希土類元素を添加した組成系においても更に優れた効果を得ることができる。



(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 耐熱性および鋳造性に優れたダイカスト用のマグネシウム合金であって、

Alを2～6wt%、Caを0.3～2wt%、Srを0.01～1wt%含有し、残部がMg及び不可避不純物からなることを特徴とするダイカスト用マグネシウム合金。

【請求項2】 耐熱性および鋳造性に優れたダイカスト用のマグネシウム合金であって、

Alを2～6wt%、Caを0.3～2wt%、Srを0.01～1wt%、Mnを0.1～1wt%含有し、残部がMg及び不可避不純物からなることを特徴とするダイカスト用マグネシウム合金。

【請求項3】 更に、Siが0.1～1wt%含有されてなることを特徴とする請求項1又は2記載のダイカスト用マグネシウム合金。

【請求項4】 更に、Znが0.2～1wt%含有されてなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のダイカスト用マグネシウム合金。

【請求項5】 更に、希土類元素が0.1～3wt%含有されてなることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のダイカスト用マグネシウム合金。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、耐熱性および鋳造性に優れたダイカスト用マグネシウム合金に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車を始めとする輸送機器などにあっては、軽量化の為に、マグネシウム合金が注目され出している。このようなマグネシウム合金、特に鋳造用のマグネシウム合金としては、2～6wt%のAlを含むMg-Al系合金（ASTM規格AM60B、AM50A、AM20A等）、あるいは、8～10wt%のAl及び1～3wt%のZnを含むMg-Al-Zn系合金（ASTM規格AZ91D等）が知られている。すなわち、これらのマグネシウム合金は、鋳造性が良好で、ダイカスト成型が可能である。

【0003】しかしながら、このようなマグネシウム合金がエンジン回りの部品に使用された場合、このマグネシウム合金は、125～175℃、例えば150℃と言った高温でのクリープ強度が低く、使用中にヘタリが起き易く、部品を締め付けているボルトが緩む可能性がある等の問題を生じる虞れがあった。例えば、ダイカスト用の合金として代表的なAZ91Dは、鋳造性、強度、耐食性が良好であるものの、クリープ強度が劣っている。又、希土類元素を添加した耐熱性ダイカスト用合金としてAE42が知られているものの、この合金は鋳造性が良いとは言えず、又、クリープ強度も十分なものとは言えない。そこで、最近、Mg-Al系にCaを添加した合金が提案（特開平7-11374号公報、特開平

9-291332号公報）されている。しかし、これら提案のMg-Al-Ca系合金は、クリープ強度が向上しているものの、ADC12アルミニウム合金に比べて十分とは言えず、更にCa添加によりダイカスト性が悪化し、湯回り不良や鋳造割れが生じる等の問題を有している。又、これらの合金は、希土類元素を必須成分として含んでいるが、希土類元素を多く添加するとそれだけコストも高く付く問題がある。

【0004】一方、上記のようなダイカスト技術とは異なり、最近、チクソモールドイング技術がマグネシウム合金の鋳造に対して適用され始めている。この技術は、半溶融状態で射出成形を行う方法であるので、Mg-Al-Ca系合金の鋳造割れの発生の抑制に効果的であるとされている。しかし、この技術は、未だ、完成されたものでは無く、自動車部品への適用もなされていないのが実情であり、ダイカスト技術が依然としてMg合金の鋳造法の主流となっている。

【0005】一方、特開平4-231435号（US特許No.5147603）に開示されているように、少なくとも290MPaの破断点負荷及び少なくとも5%の破断点伸びを有し、Alを2～11wt%、Mnを0～1%wt%、Srを0.1～6wt%各々含有し、残部Mgの組成を有し、主な不純物としてSi<0.6wt%、Cu<0.2%、Fe<0.1wt%、Ni<0.01wt%としたマグネシウム合金が特許出願されている。この特許出願に係るマグネシウム合金は、機械強度が高く、耐食性にも優れているが、急冷凝固法によって製造される合金であり、ローラー急冷法、あるいはアトマイゼーションにより合金溶湯から帯状、粉末状あるいはチップ状として製造されるものである。また、これら帯状、粉末状あるいはチップ状としたものを基に圧密してビレットを形成し、更に押出成形、あるいは静水圧押出などを行うことで目的の形状の製品を得ようとする技術が前記特許に開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述の特許出願に係る合金は、急冷法で製造される合金であって、290MPa以上の極めて高い破断点負荷を有するが、この合金は急冷法により帯状、粉末状あるいは、チップ状の固体としてのみ得られる合金であり、必要な製品の形状に加工するには、急冷法で得た帯状、粉末状あるいはチップ状の合金粉末あるいは合金粒体に、押出成形、あるいは、静水圧押出などの加熱圧密成形方法を施して圧密化する必要があり、最終的に得ることができる形状には制限があった。

【0007】本願発明が解決しようとする第1の課題は、耐熱性および鋳造性に優れ、クリープ特性に優れたダイカスト用のマグネシウム合金を提供することである。また、本願発明が解決しようとする他の課題は、前述の特性が優れた上に、鋳造により自由な形状に形成す

ることができ、安価に提供できるマグネシウム合金を提供することを目的の1つとする。又、本願発明が解決しようとする他の課題は、エンジン回りなどの複雑な形状あるいは薄肉の部品をダイカスト技術によって製造するために好適であり、耐熱性および鋳造性に優れ、クリープ特性にも優れたマグネシウム合金を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】ところで、Caを添加したMg-A1-Ca系合金における鋳造性やクリープ強度に及ぼす添加元素についての検討について、本発明者が鋭意押し進めて行くうちに、本発明者は、Srを添加することによって、Ca添加により悪化したダイカスト性を大幅に改善させることが出来ることを見出し、かつ、クリープ強度も更に向上させることが出来ることを見出すに至った。

【0009】このような知見に基づいて本発明が達成されたものであり、前記の課題は、耐熱性および鋳造性に優れたダイカスト用のマグネシウム合金であって、Alを2～6wt%（以下、数値限定範囲を示す～は特別に記載しない限り、上限、下限を含むものとするので、2～6wt%とは2wt%以上、6wt%以下の範囲を表すものとする。）、Caを0.3～2wt%、Srを0.01～1wt%、残部がMg及び不可避不純物からなることを特徴とするダイカスト用マグネシウム合金の提供によって解決される。また、前記の課題は、先の組成に加えてMnを0.1～1wt%含有した本発明のマグネシウム合金によっても解決される。

【0010】ここで、Alを2～6wt%と限定したのは以下のような理由による。Alは、6wt%以下の含有量であれば、大部分はMgの地に固溶する。そして、固溶硬化により合金の強度を高める。又、Caと結合して結晶粒界上にAl-Ca系晶出物のネットワークを形成することにより合金のクリープ特性を向上させる。又、Alは合金の鋳造性をも向上させる。しかし、Al含有量が6wt%を越えると、クリープ特性が急激に低下する。逆に、Al含有量が2wt%未満であると、上記の効果（固溶硬化による合金強度の向上効果、鋳造性の向上効果）が乏しい。特に、Al含有量が2wt%未満であると、強度が低く、実用性に劣る合金となり易い。以上のような背景から、Al含有量を2～6wt%とした。この範囲の中でもAl含有量において4.0wt%超～6wt%の範囲が好ましい。

【0011】又、Ca含有量を0.3～2wt%と限定したのは以下のような理由による。図1は、Al含有量が5wt%の場合におけるMg合金の最小クリープ速度に及ぼすCa含有量の影響を示すグラフである。図2は、Al含有量が5wt%の場合におけるMg合金の鋳造割れ性に及ぼすCa含有量の影響を示すグラフである。

【0012】そして、Ca含有量の増加に伴って最小クリープ速度は減少することが、図1から判る。尚、Ca含有量が0.3wt%未満では、その改善効果が少ない。しかしながら、Ca含有量が2wt%を越えると、その改善効果は飽和し、又、図2に示すように鋳造割れが生じ易くなる。以上のような背景から、Ca含有量を0.3～2wt%の範囲とした。この範囲の中でもCa含有量0.5～1.5wt%の範囲が好ましい。

【0013】又、Sr含有量を0.01～1wt%の範囲に限定したのは以下のような理由による。図3は、Al含有量が5wt%、Ca含有量が1.5wt%の場合におけるMg合金の最小クリープ速度に及ぼすSr含有量の影響を示すグラフである。図4は、Al含有量が5wt%、Ca含有量が1.5wt%の場合におけるMg合金の鋳造割れ性に及ぼすSr含有量の影響を示すグラフである。

【0014】この図3及び図4から、Sr含有量の増加に伴って最小クリープ速度は減少する傾向にあり、かつ、鋳造割れも起き難くなることが判る。この効果は、Sr含有量が0.01wt%未満では小さく、逆に、1wt%を越えると飽和状態に達する。また、図3に示すクリープ速度の低下状況から見れば、0.1～0.5wt%の範囲で低い状態が維持され、それよりも高い含有量の範囲で若干の上昇が見られる。図4を見ると、Srを0.1wt%以下の範囲で微量でも添加すると急激に鋳造割れ長さが低下し、0.05wt%程度の含有量まで急激な低下が続くが、0.05wt%を超える含有量であると平均鋳造割れ長さ10mmを確実に切るようになり、0.1wt%を超えると鋳造割れ長さの低下割合は若干低下するものの十分に低い値で減少し、0.2wt%を超える含有量では殆ど問題にならない程度に低下している。

【0015】以上のような背景から、本発明においてはSr含有量を0.01～1wt%の範囲とした。この範囲内でも上述の事情から0.05～0.5wt%の範囲が好ましく、0.15wt%超～0.4wt%の範囲がより好ましい。

【0016】又、この系の合金にMnを添加した場合、耐蝕性が向上し、かつ、クリープ強度も向上し、更には耐力、特に高温耐力が向上する。この効果は、Mn含有量が0.1wt%未満では小さい。しかし、Mn含有量が1wt%を越えると、多量のMn単相が晶出するようになる。この為、脆くなって強度が低下する。以上のようなことから、Mn含有量を0.1～1wt%とした。また、Mn含有量として0.2～0.7wt%の範囲がより好ましい。

【0017】本発明のMg合金における必須元素は、Mgの他には、Al、Ca、Srである。また、更に添加する場合に好ましい元素はMnである。その他の元素は、基本的には、不可避不純物として含まれる程度であ

る。しかしながら、Si、Znや希土類元素については、下記のような割合で含有されていると、下記に述べるような特長が更に奏される。

【0018】すなわち、本発明のダイカスト用マグネシウム合金には、上記成分の他に、Siが0.1~1wt%（好ましくは0.2~0.6wt%）含有される場合もある。又、上記成分の他に、Znが0.2~1wt%（好ましくは0.4~0.8wt%）含有される場合もある。又、上記成分の他に、希土類元素が0.1~3wt%（好ましくは0.5~2.0wt%、より好ましくは0.8~1.5wt%）含有される場合もある。

【0019】すなわち、上記のような割合でSiが更に含有された本発明のダイカスト用マグネシウム合金は、鑄造性が更に向上し、鑄造割れが起き難くなる特長が奏される。又、上記のような割合でZnが更に含有された本発明のダイカスト用マグネシウム合金は、固溶硬化により強度が向上する特長が奏される。又、上記のような割合で希土類元素が更に含有された本発明のダイカスト用マグネシウム合金は、クリープ強度が更に向上する特長が奏される。具体的に希土類元素を含む合金にあっては、Alを2~6wt%、Caを0.3~2wt%、Srを0.01~1wt%、希土類元素（La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luのうち、1種または2種以上）を0.1~3wt%含有し、残部がMg及び不可避不純物からなる。希土類元素含有量が3wt%を越えると鑄造割れが増加するとともに、金型への焼き付きがひどくなり、鑄造性が悪化する。また、組織中のAl-R<sub>2</sub>E系化合物が粗大化し、機械的特性が劣化する。更に、希土類元素は高価な元素であるので、コストの面で見れば添加量としては低い範囲の方が好ましい。

【0020】上記Mg-Al-Ca-Sr合金、或いはMg-Al-Ca-Mn-Sr合金などの本発明のダイカスト用マグネシウム合金は、一般的なMg合金の溶解技術によって製造することが出来る。例えば、鉄製坩堝を用い、又、SF<sub>6</sub>/CO<sub>2</sub>/Airの混合ガス等の酸化防止用ガスを用いて原料を溶解することによって得られる。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明に係る耐熱性および鑄造性に優れたダイカスト用マグネシウム合金は、Alを2~6wt%、Caを0.3~2wt%、Srを0.01~1wt%含有し、残部がMg及び不可避不純物からなる。特に、ダイカスト用のマグネシウム合金は、Alを2~6wt%、Caを0.3~2wt%、Srを0.01~1wt%含有し、残部がMg及び不可避不純物からなる。さらに本発明は、先の組成に加えてMnを0.1~1wt%含有するものでも良い。

【0022】Al含有量は、特に、4.0wt%超~6wt%の範囲が好ましい。Ca含有量は、特に、0.5

~1.5wt%の範囲が好ましい。Sr含有量は、特に、0.15wt%超~0.4wt%の範囲が好ましい。Mn含有量は、特に、0.2~0.7wt%の範囲が好ましい。そして、本発明合金の必須元素はMg、Al、Ca、Srである。又、更に、先のMg、Al、Ca、Srに加えてMnである。

【0023】又、場合によっては、前述の組成範囲にSiが0.1~1wt%（好ましくは、0.2~0.6wt%）更に含有される。又、前述の組成範囲にZnが0.2~1wt%（好ましくは、0.4~0.8wt%）更に含有される。又、前述の組成範囲に一種又は二種以上の希土類元素が、総量で0.1~3wt%（好ましくは0.5~2.0wt%、より好ましくは、0.8~1.5wt%）更に含有される。特に、ダイカスト用のマグネシウム合金は、Alを2~6wt%、Caを0.3~2wt%、Srを0.01~1wt%含有し、残部がMg及び不可避不純物からなる。更に前記組成に加えてMnを0.1~1wt%含有するものであっても良い。また、希土類元素を含む合金にあっては、具体的に、Alを2~6wt%、Caを0.3~2wt%、Srを0.01~1wt%、希土類元素（La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luのうち、1種または2種以上）を0.1~3wt%含有し、残部がMg及び不可避不純物からなる。なお、これらの希土類元素は、単体粉末の添加として見ると高価な材料であるが、希土類元素を複数含有するミッシュメタルの状態では工業的に比較的安価に、かつ、容易に入手できるので、実用上は単体金属元素粉末を混合して合金化するのではなく、ミッシュメタルの状態では希土類元素を複合添加して合金化することが好ましい。

【0024】上記説明のMg-Al-Ca-Sr合金、或いは、Mg-Al-Ca-Mn-Sr合金などの本発明のダイカスト用マグネシウム合金は、一般的なMg合金の溶解技術によって製造される。例えば、鉄製坩堝を用い、又、SF<sub>6</sub>/CO<sub>2</sub>/Airの混合ガス等の酸化防止用ガスを用いて溶解することによって得られる。次に、前述の組成のダイカスト用マグネシウム合金の具体的な用途としては、自動車関連のエンジンまわりの部品として、シリンダーブロック、シリンダーヘッド、シリンダーヘッドカバー、オイルパン、オイルポンプボディ、オイルポンプカバー、インテークマニフォールドなどのエンジン回りの構造部材、あるいは、ケース類としては、トランスミッションケース、トランスファーケース、チェーンケースステアリングケース、ジョイントカバー、オイルポンプカバー等のエンジン回りのケース部材などに適用することができる。

【0025】

【実施例】以下に、具体的な実施例を挙げて説明するが、本発明が以下の実施例により限定されるものではない。

い。下記の表1、2に示す組成のMg合金を、鉄製坩堝を用い、そしてSF<sub>6</sub>/CO<sub>2</sub> /Airの混合ガス雰囲気下で電気炉にて溶解して溶湯とし、コールドチャンバーダイカストマシーンをを用いて図5(a)(b)に示す形状の鋳造品1を鋳造した。図5(a)(b)に示す鋳造品1は、全体が幅70mm、高さ150mmの板材であって、この板材の1/3の部分が厚さ3mmの第1部分2、1/3の部分が厚さ2mmの第2部分3、残り1/3の部分が厚さ1mmの第3部分4であって、金属を型に注入する側のビスケット部5側に厚さ3mmの第1部分2を配置し、それに続けて厚さ2mmの第2部分

3、厚さ1mmの第3部分4が連続形成され、第3部分4の先端側に鋳込み金属がオーバーフローするようにオーバーフロー部分6が形成されている。尚、希土類元素はミッシュメタル(52.8%Ce、27.4%La、15%Nd、4.7%Pr、0.1%Sm)の形態で溶湯に添加した。この鋳造に際し、鋳造割れ(高温割れ)と金型への焼き付き発生の有無によりダイカスト鋳造性を評価した。

【0026】

【表1】

	合金組成 (wt%)							
	Al	Ca	Sr	Mn	Si	Zn	希土類	Mg
実施例1	3.0	1.0	0.1	0.3	—	—	—	残り
実施例2	4.0	1.0	0.1	0.3	—	—	—	残り
実施例3	5.0	1.0	0.1	0.5	—	—	—	残り
実施例4	5.0	0.5	0.2	0.3	—	—	—	残り
実施例5	5.0	1.5	0.3	0.3	—	—	—	残り
実施例6	5.0	1.0	0.1	0.2	—	—	—	残り
実施例7	5.0	1.5	0.2	0.1	—	—	—	残り
実施例8	5.5	1.0	0.1	0.4	—	—	—	残り
実施例9	5.0	1.0	0.1	0.3	0.6	—	—	残り
実施例10	5.0	1.0	0.1	0.3	—	0.6	—	残り
実施例11	3.0	0.3	0.1	0.3	—	—	—	残り
実施例12	3.0	2.0	0.1	0.3	—	—	—	残り
実施例13	5.0	0.3	0.1	0.3	0.6	—	—	残り
実施例14	5.0	0.3	0.1	0.3	—	0.6	—	残り
実施例15	5.0	2.0	0.1	0.3	0.6	—	—	残り
実施例16	5.0	2.0	0.1	0.3	—	0.6	—	残り
実施例17	5.0	1.0	0.1	0.3	0.2	0.4	0.2	残り
実施例18	5.0	1.5	0.2	0.3	—	—	1.0	残り
実施例19	5.0	1.5	0.2	0.3	—	—	2.5	残り
実施例20	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	—	0.1	残り
実施例21	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	—	2.8	残り
実施例22	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	0.4	0.1	残り
実施例23	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	0.4	2.9	残り
実施例24	5.0	0.8	0.6	0.3	—	—	—	残り
実施例25	5.0	0.8	0.8	0.3	—	—	—	残り
実施例26	5.9	0.5	0.1	0.3	—	—	1.0	残り
実施例27	5.0	2.0	0.1	0.9	—	—	1.5	残り
実施例28	5.0	1.5	0.8	0.3	—	—	1.0	残り
実施例29	5.0	1.5	1.0	0.3	—	—	—	残り
実施例30	5.0	1.5	0.2	0.2	—	—	1.4	残り
実施例31	5.0	1.4	0.1	0.2	—	—	1.9	残り
実施例32	5.0	1.5	0.4	0.4	—	—	—	残り
実施例33	4.2	1.0	0.4	0.2	—	—	1.0	残り

【0027】

【表2】

	合金組成 (wt %)							
	Al	Ca	Sr	Mn	Si	Zn	希土類	Mg
実施例34	5.0	1.0	0.2	—	—	—	—	残り
実施例35	5.0	1.0	0.1	—	0.2	—	—	残り
実施例36	5.0	1.0	0.1	—	—	0.2	—	残り
実施例37	5.0	1.0	0.1	—	—	—	0.6	残り
実施例38	5.0	1.5	0.2	—	—	—	0.1	残り
実施例39	5.0	1.5	0.2	—	—	—	2.9	残り
比較例1	*1.0	1.5	0.1	0.3	—	—	—	残り
比較例2	*7.0	1.5	0.1	0.3	—	—	—	残り
比較例3	5.0	*0.1	0.1	0.3	—	—	—	残り
比較例4	5.0	*2.5	0.1	0.3	—	—	—	残り
比較例5	5.0	1.0	*—	0.3	—	—	—	残り
比較例6	5.0	1.5	0.1	*1.5	—	—	—	残り
試験例1	5.0	1.5	0.2	—	—	—	0.04	残り
比較例7	5.0	1.5	0.2	—	—	—	*3.7	残り
試験例2	5.0	1.5	0.2	0.3	—	—	0.03	残り
比較例8	5.0	1.5	0.2	0.3	—	—	*3.5	残り
試験例3	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	—	0.04	残り
比較例9	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	—	*3.7	残り
試験例4	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	0.4	0.03	残り
比較例10	5.0	1.5	0.2	0.3	0.2	0.4	*3.6	残り
比較例11	*6.5	0.5	0.1	0.8	—	—	—	残り
試験例5	5.0	1.5	1.2	0.3	—	—	—	残り
比較例12	5.0	1.5	*0.004	0.3	—	—	—	残り
比較例13	5.0	*0.1	0.1	0.3	0.6	—	—	残り
試験例6	5.0	1.0	1.2	0.3	0.6	—	—	残り
比較例14	5.0	1.0	*0.004	0.3	—	0.6	—	残り

【0028】尚、鑄造割れは、図5(a)(b)に示した鑄造材1の厚さが1mmから2mmに変わる部分の近傍において、凝固収縮中の応力集中に起因して生じるものである。そして、各合金の試験片に対して、100ショット鑄造し、最初の30ショットはスクラップとし、残りの70ショットについて、一つ当たりの平均鑄造割れ長さを求め、この鑄造割れ長さでもって鑄造割れを評価した。

また、金型への焼き付きは目視で評価した。  
更に、鑄造材の厚さが3mmの部分から板状試験片を切り出し、引張試験とクリープ試験を行った。

【0029】引張試験は、10tオートグラフ試験機を用い、室温にて引張速度5mm/分の条件下で行った。クリープ試験は、150℃の温度において、荷重50MPa、試験時間100hrで行い、クリープ曲線より最小クリープ速度を求め、この最小クリープ速度で評価した。すなわち、この最小クリープ速度が小さいほどクリープ特性に優れている。更に、試験片に対して塩水を240時間噴霧した場合の腐食減量を耐食性の指標として示す。これらの結果を以下の表3、表4に併せて示す。

【0030】

【表3】

	引張 強さ	耐力	伸び	最小クリ ーブ速度	鋳造割れ 長さ	焼き 付き	耐食性 腐食減量
実1	92	85	7.8	5.6	42	無し	76
実2	116	102	8.2	64	32	無し	52
実3	163	138	2.2	21	6	無し	36
実4	193	134	6.3	59	0.1	無し	82
実5	196	150	4.3	1.1	2.2	無し	8
実6	183	147	3.6	6.1	0	無し	38
実7	162	147	2.0	0.9	0.8	無し	12
実8	205	152	5.2	60	0.5	無し	21
実9	172	141	3.7	6.3	0	無し	24
実10	202	159	3.1	7.1	0	無し	19
実11	124	90	8.0	73	30	無し	94
実12	89	81	7.0	81	61	無し	39
実13	195	130	6.7	69	8	無し	97
実14	204	131	5.9	82	19	無し	91
実15	160	139	1.6	4.0	3	無し	21
実16	163	149	1.8	3.0	1	無し	24
実17	190	150	3.2	5.9	0	無し	30
実18	185	160	2.0	0.8	4	無し	19
実19	181	155	1.1	0.7	10	無し	14
実20	174	143	3.2	5.2	0	無し	16
実21	181	152	0.9	1.6	16	無し	13
実22	176	142	3.0	6.8	6	無し	14
実23	179	150	1.6	3.4	17	無し	21
実24	215	165	5.4	3.6	0	無し	35
実25	225	166	5.8	3.2	0	無し	38
実26	202	142	4.8	74	0.5	無し	47
実27	189	152	1.4	0.9	11	無し	18
実28	206	162	2.0	0.6	5.6	無し	17
実29	196	137	6.2	2.1	0	無し	18
実30	190	161	1.2	0.6	7	無し	12
実31	188	159	0.9	0.7	12	無し	18
実32	168	150	2.8	0.9	0.5	無し	10
実33	143	131	7.2	5.6	5	無し	34

【0031】

【表4】

	引張 強さ	耐力	伸び	最小ク リープ速度	鑄造割 れ長さ	焼き 付き	耐食性 腐食減量
実34	207	163	5.2	5.4	0.2	無し	98
実35	178	144	3.9	5.8	0	無し	93
実36	194	156	3.4	6.4	0.1	無し	85
実37	167	142	2.9	4.5	19	無し	82
実38	164	145	2.1	0.9	1.5	無し	71
実39	178	153	1.0	0.7	14	無し	56
比1	82	69	8.2	450	67	有り	810
比2	210	125	6.2	630	0	無し	15
比3	198	122	8.0	165	0	無し	550
比4	142	132	1.1	6.2	630	有り	210
比5	154	139	1.4	46	72	無し	40
比6	109	93	0.4	72	1.2	無し	14
試1	233	135	8.0	75	7.1	無し	140
比7	172	151	0.7	0.9	32	有り	120
試2	160	143	2.8	1.1	2	無し	16
比8	170	151	0.5	0.9	48	有り	27
試3	171	141	2.9	5.6	1	無し	21
比9	180	154	0.6	2.1	21	有り	29
試4	172	148	3.8	7.2	9	無し	24
比10	181	152	2.4	3.9	24	有り	31
比11	212	128	7.2	521	0	無し	52
試5	194	138	6.2	5.2	0	無し	99
比12	139	132	0.9	40	110	無し	32
比13	204	131	6.9	105	0	無し	560
試6	206	161	6.1	3.8	0	無し	120
比14	160	140	1.6	58	92	無し	54

【0032】\*前記の表3において実1～実39は、表1の実施例1～実施例39の合金から得た試料の試験結果に対応している。

\*表4において比1～比14は、表2の比較例1～比較例14の合金から得られた試料の試験結果に対応。

\*表4において試1～6は、表2の試験例1～試験例6の合金から得られた試料の試験結果に対応。

\*表3、表4において引張強さ及び耐力の単位はMPa、伸びの単位は%、最小クリープ速度の単位は $10^{-9}$ /s、鑄造割れ長さの単位はmm、腐食減量の単位は $\text{mg}/\text{cm}^2/240$ 時間を示す。

【0033】表1～表4に示す結果から、本発明組成範囲の合金であるならば、優れた引張強さと耐力を有し、最小クリープ速度が小さく、鑄造割れ長さも短く、耐食性にも優れている（腐食減量が少ない）とともに、鑄造時の焼き付きも生じないダイカスト用合金が得られることがわかる。

【0034】比較例1の試料はA1を本発明範囲の下限の2wt%よりも少ない1.0wt%含有した試料であるが、最小クリープ速度が大きく、鑄造割れ長さも大きく、焼き付きも発生し、引張強度も低下し、腐食減量も大きな値を示した。比較例2の試料はA1を本発明範囲の上限の6wt%よりも多い7.0wt%添加した試料であるが、最小クリープ速度が大きくなった。

【0035】比較例3の試料はCaを本発明範囲の下限の0.3wt%よりも少ない0.1wt%含有した試料であるが、最小クリープ速度が大きくなり、比較例4の試料はCaを本発明範囲の上限の2wt%よりも多い2.

5wt%含有した試料であるが鑄造割れ長さが著しく大きくなり、焼き付きも発生した。比較例5の試料はSrを含有させていない試料であるが、最小クリープ速度と鑄造割れ長さが大きくなり、比較例6の試料はMnを本発明範囲の1.0wt%よりも多い1.5wt%とした試料であるが、耐力が低下し、最小クリープ速度が大きくなった。

【0036】比較例7、8、9、10は希土類元素を3wt%を超えて含有させ、Mn、Si、Znのいずれかを添加するか、これらのいずれかの添加を略した例であり、クリープ特性の面では優れているが、いずれも鑄造割れ長さがやや大きくなり、焼き付きが発生した。

【0037】比較例12は本発明範囲の下限よりも少ないSrを含有させた試料であるが、最小クリープ速度がやや大きく、鑄造割れ長さが大きくなった。比較例13はSiを含有させた状態において、Caの下限値未満の試料の測定結果を示し、比較例14はZnを含有させた状態において、Srの下限値未満の試料の測定結果を示す。比較例13の試料は最小クリープ速度が大きく、比較例14の試料は最小クリープ速度がやや大きく、鑄造割れ長さが大きくなった。以上の説明から、本願発明組成を外れた比較例合金では、引張強さ、耐力、伸び、最小クリープ速度、鑄造割れ長さ、焼き付き、耐食性のいずれかの面において実施例組成の合金より劣ることが明らかになった。

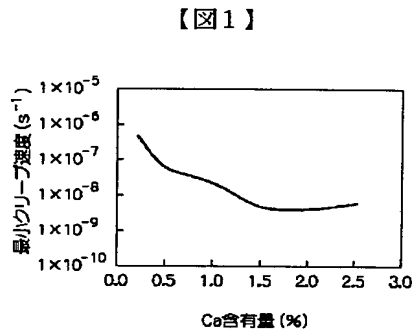
【0038】

【発明の効果】本願発明のダイカスト用マグネシウム合金は、引張強さ、耐力、伸びなどの機械的性質に優れ、

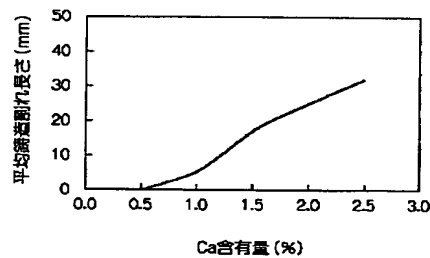
かつ、鋳造時に焼き付きを生じない鋳造性に優れており、更にクリープ特性と耐食性に優れたダイカスト用のマグネシウム合金として極めて好ましい特徴を有する。従って本願発明のマグネシウム合金により、薄肉の鋳造部品を製造しても、クラック等の割れや欠陥の無い優れたマグネシウム合金製の鋳造品を得ることができる。そして、本願発明のダイカスト用マグネシウム合金は、例えばエンジン回りの部品をダイカスト成型によって製造する為の合金として極めて好ましいものであり、ダイカスト製品として優れたものを提供できる。

【図面の簡単な説明】

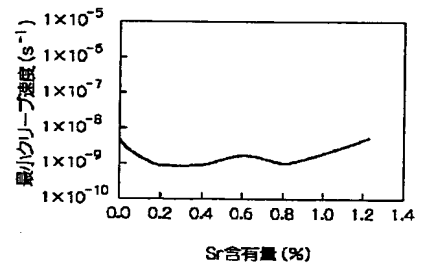
【図1】 図1はCa含有量と最小クリープ速度との関係を示すグラフ。



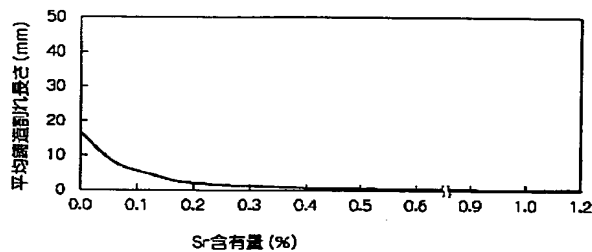
【図2】



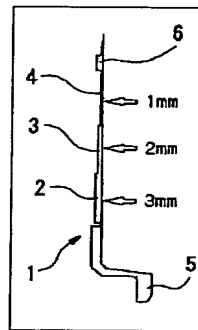
【図3】



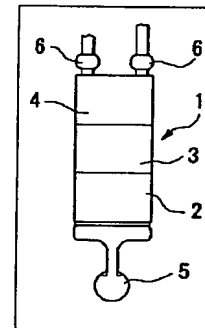
【図4】



【図5】



(a)



(b)